

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra telekomunikační techniky

Obvody mobilních koncových zařízení pro styk s obsluhou
Circuits of Mobile Devices for Contact with Service

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra telekomunikační techniky

Zadání bakalářské práce

Student: **Václav Stefek**

Studijní program: B2647 Informační a komunikační technologie

Studijní obor: 2612R059 Mobilní technologie

Téma: **Obvody mobilních koncových zařízení pro styk s obsluhou**
Circuits of Mobile Devices for Contact with Service

Zásady pro vypracování:

Cílem této práce je sestavit historický přehled a zmapovat vývoj obvodů pro styk s obsluhou a vytvořit multimediální výukový program, který názorným způsobem vysvětlí základní používané principy a způsoby ovládání mobilních koncových zařízení.

1. Vytvoření historického přehledu vývoje obvodů pro styk s obsluhou.
2. Vysvětlení principu jejich funkčnosti.
3. Vytvoření názorných animací vysvětlujících používané základní principy a způsoby ovládání mobilních koncových zařízení.


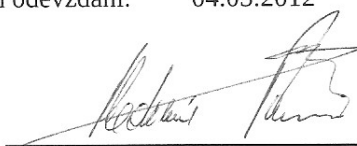
Seznam doporučené odborné literatury:

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Roman Šebesta, Ph.D.**

Datum zadání: 18.11.2011

Datum odevzdání: 04.05.2012



prof. RNDr. Vladimír Vašínek, CSc.
vedoucí katedry



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně.
Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Dne: 2.5.2012

Václav Štefka

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Romanu Šebestovi, Ph.D. za odbornou pomoc a konzultaci při vytváření této bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce si klade za cíl vytvoření výukového programu v aplikaci Adobe Flash, který má pomáhat studentům zorientovat se v obvodech, které slouží pro interakci uživatele s mobilním koncovým zařízením. Zabývá se také vývojem těchto technologií. Textová část této práce je podrobnějším doplněním výukového programu. Jednotlivé části se věnují vstupním obvodům, jako je klávesnice a dotykové displeje, další části pojednávají o výstupních technologiích jako jsou LCD displeje a OLED displeje, okrajově se zabývá i VFD a LED displeji, které byly použity u prvních typů mobilních zařízení.

Klíčová slova

klávesnice, dotykový panel, LCD , OLED , VFD , LED

Abstract

The main goal of this bachelor work is to create educational program in the Adobe Flash which should help students to be more orientated in the field of technology that serves as the interface for interaction between the user and mobile device. The bachelor work also develops these technologies. The text part of this thesis is more detailed supplement of the educational program. Some parts are focused on input Circuits like keyboards and touchscreens, others are concerning output Circuits such as LCD displays and OLED displays, the thesis also implicates a small part about VFD and LED displays which were used for the first types of mobile devices.

Key words

keyboard, Touch panel, LCD , OLED , VFD , LED

Seznam použitých symbolů, zkratek a termínů

Zkratka	Anglický název	Český název
Alq ₃	Tris 8-hydroxyquinoline aluminium	
AMOLED	Active Matrix OLED	OLED s aktivní maticí
AMR	Analog Matrix Resistive	Odporová analogová matice
AMVA	Advanced MVA	
CCFL	Cold Catode Fluorescent Lamps	Fluorescentní trubice se studenou katodou
CSTN	Color STN	
DMR	Digital Matrix Resistive	Odporová digitální matice
EL	Electro Luminiscent	Elektro luminiscentní
ETL	Electron Transport Layer	Vrstva pro přenos elektronů
HTL	Hole Transport Layer	Vrstva pro přenos děr
IPS	In-Plane Switching	
ITO	Indium Tin Oxide	Oxid cínů a india
LCD	Liquid Crystal Display	Displej z tekutých krystalů
LED	Light Emitting Diode	Světlo vyzařující dioda
LGP	Light Guide Plate	
LTPS	Low Temperature Poly Silicon	
MgAg	Magnesium Silver	
MIT	Massachusetts Institute of Technology	
MVA	Multi-Domain VA	
NPB	N-Propyl Bromide	
OLED	Organic Light Emitting Display	Světlo vyzařující organický displej
P-MVA	Premium MVA	
PET	PolyEthylenTereftalat	Plast
PHOLED	Phosphorescent OLED	Fosforescenční OLED
PLED	Polymer LED	
PMMA	PolyMethylMethAcrylate	Plexisklo
PMOLED	Passive Matrix OLED	OLED s pasivní maticí
PVA	Patterned VA	
RGB	Red, Green, Blue	Červená, zelená, modrá
RGBW	Red, Green, Blue, White	Červená, zelená, modrá, bílá
RIM	Risearch In Morion	
S-IPS	Super IPS	
S-LCD	Super LCD	
S-MVA	Super MVA	
SC-LCD	Super Clear LCD	
SMOLED	Small Molecule OLED	
SMS	Short Message Service	Krátká textová zpráva
SPS	Super Proton Synchrotron	
STN	Super TN	
T9	Text on 9 keys	Text na 9 klávesách
TFT	Thin Film Tranzistor	
TN	Twist Nematic	
VA	Vertical Alignment	
VFD	Vacuum Fluorescent Display	Vakuum fluorescentní displej
WLED	White LED	Bílá LED

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Vstupní zařízení.....	2
2.1 Historický přehled vstupních zařízení.....	2
2.1.1 Historický vývoj klávesnice.....	2
2.1.2 Historický vývoj kapacitního dotykového displeje.....	2
2.1.3 Historický vývoj odporového dotykového displeje.....	2
2.2 Klávesnice.....	3
2.2.1 Jak funguje klávesnice.....	4
2.3 Kapacitní dotykový panel.....	4
2.3.1 Povrchová technologie kapacitního dotykového panelu.....	4
2.3.2 Projekční technologie kapacitního dotykového panelu.....	5
2.4 Odporový dotykový panel.....	7
2.4.1 Odporový dotykový panel - 4-vodičová technologie	7
2.4.2 Odporový dotykový panel – další využívané technologie.....	9
3 Výstupní zařízení.....	11
3.1 Historický přehled výstupních zařízení.....	11
3.1.1 Historický vývoj VFD displeje.....	11
3.1.2 Historický vývoj LED displeje.....	11
3.1.3 Historický vývoj LCD displeje.....	11
3.1.4 Historický vývoj OLED displeje.....	12
3.2 VFD displej.....	12
3.3 LED displej.....	13
3.3.1 Funkce LED	13
3.4 LCD displej.....	13
3.4.1 Základní struktura LCD displeje.....	13
3.4.2 LCD displej s pasivní maticí.....	15
3.4.3 STN LCD displej.....	16
3.4.4 CSTN LCD displej.....	16
3.4.5 LCD displej s aktivní maticí	17
3.4.6 Vertical alignment (VA) LCD technology.....	18
3.4.7 In-Plane Switching IPS LCD technology.....	18
3.4.8 Podsvícení používané v LCD.....	19
3.5 OLED	20
3.5.1 Základní struktura OLED.....	21
3.5.2 Pasivní řízení OLED – PMOLED.....	22
3.5.3 Aktivní řízení OLED – AMOLED.....	22
3.5.4 Typy OLED	22

4 Praktická část bakalářské práce.....	25
4.1 Program Adobe Flash.....	25
4.1.1 Ukázka vývojového prostředí Adobe Flash.....	25
4.2 Navigace ve výukovém programu.....	26
5 Závěr.....	27
6 Seznam použité literatury a zdrojů.....	28
7 Přílohy.....	1

1 Úvod

V dnešní době jsou mobilní zařízení respektive telefony nepostradatelnou součástí našich životů. Co si představit pod pojmem mobilní koncové zařízení, je to zařízení na straně uživatele, které není rozměrově velké. Tato zařízení jsou napájena z baterií. Jsou to například: mp3, mp4 přehrávače, analogové/digitální kamery nebo mobilní telefony, na které jsem se především v této práci zaměřil. Způsob, kterým s nimi komunikujeme je použití vstupních obvodů jako je například klávesnice nebo dotykový displej, jak odporový dotykový panel, tak kapacitní dotykový panel. Jejich použití je interaktivnější než použití klávesnice, proto mají velkou budoucnost. Druhým způsobem komunikace mezi zařízením a námi jsou výstupní zařízení, jako jsou displeje pro zobrazení informací nebo např. videa u mobilních telefonů. Okrajově se zabývám starými displeji jako VFD nebo LED, ale větší pozornost věnuji dnes používaným LCD a OLED displejům. Nedílnou součástí bakalářské práce bylo vytvoření multimediálního výukového programu, který tyto obvody pro styk s obsluhou názorně představuje pro lepší pochopení probírané tematiky. Tuto bakalářskou práci jsem si vybral kvůli možnosti naučit se pracovat s programem Adobe Flash, a získání lepšího přehledu o používaných technologiích v mobilních zařízeních.

2 Vstupní zařízení

Vstupní zařízení slouží k zadávání uživatelských požadavků pro ovládání mobilnímu zařízení. Pomocí něj můžeme přístroj ovládat, vytáčet číslo, psát SMS (Short Message Service) nebo jej vypnout/zapnout.

2.1 Historický přehled vstupních zařízení

2.1.1 Historický vývoj klávesnice

Klávesnice jak ji známe dnes, se od jejího zrození téměř nezměnila. V 50. letech minulého století ji vyvinuli v laboratořích firmy Bell Telephone později AT&T. První verze měla 10 tlačítek, později byla nahrazena verzí s 12 tlačítky, ve které byly přidány tlačítka hvězdička „*“ a křížek „#“. Tento typ klávesnice nahradil současnou verzi s rotačním vytáčením. Podle studie AT&T bylo vytáčení čísla na tlačítkové klávesnici rychlejší. Uvedení toho typu klávesnice široké veřejnosti bylo až v roce 1963 a trvalo ještě mnoho let, než se masově rozšířil v 80.-90. letech. Ale použití v „mobilním“ telefonu s názvem DynaTac přišlo až v roce 1983 a stál téměř 4000 dolarů. QWERTY/Z klávesnici (viz Obr. 2.2) měl mobilní telefon poprvé v roce 2000, byla to Motorola V100. SureType klávesnici (viz Obr. 2.1) měl v roce 2005 LG VX6190. [1][2]

2.1.2 Historický vývoj kapacitního dotykového displeje

První dotykový panel byl patentován v roce 1970 Dr. Hurstem, pojmenoval ho Elograph, v té době také založil společnost Elographics, ta se věnuje výrobě dotykových panelů dodnes. Tento první typ „dotykového displeje“ nebyl transparentní jako dnešní panely. Na konci roku 1971 si jako první tento panel zakoupil MIT (Massachusetts Institute of Technology) za necelých 1000 dolarů. První skutečně dotykový panel, transparentní panel vyvinul CERN v roce 1973 pro svou SPS (Super Proton Synchrotron) control room, ve které byl používán až do roku 2008. [3] Společnost Elographics vyvinula tuto technologii v roce 1974. K použití v mobilním telefonu se odhodlal až Apple ve svém iPhone v roce 2007. [4][5]

2.1.3 Historický vývoj odporového dotykového displeje

V roce 1977 společnost Elographics vyvíjí transparentní 5-vodičovou odporovou technologii dotykového panelu s názvem AccuTouch. V roce 1988 Elographics zakoupil 4-vodičovou odporovou technologii od Keneddy Technology. Postupně byla ale vyřazena. První mobilní zařízení s odporovou

dotykovou technologii se jmenovalo Linus Write-Top a bylo přestavěno v roce 1987. [6] Jako další zařízení na trhu bylo Newton H1000 MessagePad od firmy Apple. [7] V roce 1993 se technologie objevila v zařízení, které bylo prvním „chytrým telefonem“, byl to IBM Simon. [8] Handspring Treo 180 byl prvním klasickým mobilním telefonem, ve kterém se technologie představila v roce 2001. [4]

2.2 Klávesnice

Klávesnice mobilního telefonu je soubor tlačítek pro ovládání tohoto zařízení. Existuje několik typů klávesnic pro mobilní telefony. Klasická klávesnice mobilního telefonu obsahuje 12 kláves a několik dalších, jako například potvrzení, přijetí hovoru, odmítnutí hovoru atd. Obvykle 10 tlačítek obsahuje číslice s písmeny a 2 tlačítka obsahují speciální znaky. Pro použití písmene na klávese je nutno tuto klávesu stlačit několikrát podle požadovaného písmene, např. klávesa 1 obsahuje písmena *a*, *b* a *c* pokud budeme chtít písmeno *b*, tuto klávesu stiskneme dvakrát. Když chceme napsat dvě písmena za sebou, vyskytující se na stejné klávese je nutno mezi napsáním písmen určitou dobu počkat (typicky 1,5 s pro mobilní telefony Nokia). Existují i další metody vkládání více znaků z jedné klávesy, při kterých se nemusí čekat před vložením druhého znaku, např. metoda T9 (Text on 9 keys), vyvinutá v 70. letech. Tato metoda využívá předem známých slov uložených v paměti telefonu, uživatel stlačí klávesy, na kterých se vyskytují písmena, ze kterých chce složit výsledné slovo a mobilní telefon poskládá výsledné slovo podle frekvence využívání. Některé mobilní telefony využívají QWERTZ/Y klávesnici (viz Obr. 2.2), kde není potřeba předchozích metod vkládání znaků, dalším typem je SureType klávesnice do firmy RIM (Research In Motion), (viz Obr. 2.1). Jsou i další typy, ale téměř se nevyužívají.



Obr. 2.1: Klávesnice SureType



Obr. 2.2: QWERTY klávesnice

2.2.1 Jak funguje klávesnice

Klávesnice jsou ve skutečnosti klasické tlačítka, která jsou spojena do matice pro ušetření vstupů na kontroléru. Je několik typů klávesnic, které se používaly. Vždy jde o spojení obvodu, jehož opačné konce jsou připojeny do kontroléru, který vyhodnocuje, zda je klávesa stisknuta či nikoli. Do sloupců se postupně přivádí napětí, které se měří na řádcích. Na jednom připojeném sloupci se proměří všechny řádky, jestli není stisknuto tlačítko, toto napětí je postupně přiváděno do všech sloupců, tento postup se pořád opakuje.

Typy klávesnic podle složení:

- Gumová čepička – v této gumové čepičce je vodivý materiál, který po stlačení sepne obvod na desce plošných spojů.
- Kovová žabka – tuto žabku drží na místě krycí fólie, která je přilepená na desce plošných spojů. Po zmáčknutí této žabky, kterou dále překrývá gumová klávesnice, dojde k sepnutí obvodu. [9]

2.3 Kapacitní dotykový panel

Dotykové panely dnes zažívají obrovský rozkvět díky mobilním telefonům, ve kterých je umístěje stále více výrobců. V počátcích se používaly pouze odporové panely, které jsou levnější. Dnes však je souboj mezi těmito typy dotykových displejů vyrovnaný a čeká se převládnutí této kapacitní technologie. Existuje mnoho dalších typů dotykových panelů, které jsou vhodné spíše pro jiné zařízení. Na konci roku 2011 firma Senseg vyvinula displej, který dokáže navodit dojem struktury povrchu. Toho je docíleno díky změně povrchového napětí mezi displejem a rukou. Bohužel k této technologii zobrazení výrobce neposkytuje mnoho informací, jelikož se teprve chystá na trh. [10] Některé mobilní telefony s kapacitním displejem podporovaly pouze jeden dotyk. Avšak první mobilní telefon s kapacitním dotykovým displejem již měl více-dotykovou technologii a byl to Apple iPhone. Dnes je tato více-dotyková technologie v mobilních telefonech standardem.

2.3.1 Povrchová technologie kapacitního dotykového panelu

Povrchová technologie umožňuje pouze jeden dotyk, a využívá se především pro průmyslové řídicí panely, v nemocnicích, herních automatech, což jsou ve většině případů velké panely. Tuto technologii je třeba občas kalibrovat stejně jako technologii odporovou. Průhledná elektroda je umístěna na skleněném substrátu a je na ní ještě ochranná vrstva. Elektrické napětí je připojeno na

elektrody ve čtyřech rozích skleněného substrátu a generuje jednotné elektrické pole přes celý panel. Souřadnice dotyku jsou zaznamenány změnou kapacity v těchto čtyřech rozích panelu. [11]

2.3.2 Projekční technologie kapacitního dotykového panelu

Projekční technologie detekuje dotyk změnou kapacity na měřených elektrodách. Když se prst nebo vodivý stylus přiblíží k displeji, naruší jeho elektromagnetické pole a dojde ke změně kapacity, která je měřena. A podle umístění elektrod na, kterých proběhla změna je určena poloha dotyku. Tato technologie se dělí na další dva typy, které jsou vysvětleny dále v této kapitole. Má několik výhod jako je:

- více-dotyků,
- výborné optické vlastnosti,
- dlouhá životnost,
- jednoduchá integrace.

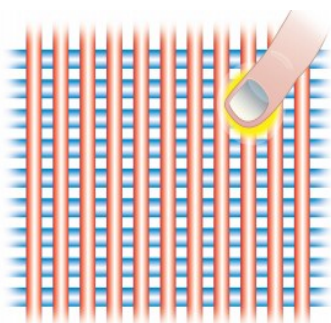
Od uvedení kapacitního displeje v iPhone si mnoho výrobců patentovalo vlastní verzi tohoto typu dotykového displeje, který se téměř neliší. Základní složení je u všech stejné. Elektrody můžou být vyrobeny, buď z průhledných vodivých vodičů ty jsou bohužel vidět. Nejčastěji se používá Indium Tin Oxid (ITO), který je natištěn na sklo nebo polyester (PET). To má po natištění obvykle odpor 50-200 Ω . Čím je větší odpor a menší tloušťka tím je lepší propustnost světla. Používají se tři typy nanášení ITO na PET:

- ITO je natištěno na dvě oddělené vrstvy PET a ty se pak musí přesně spojit.
- ITO je natištěno na obě strany jedné vrstvy PET. To zajistí ideální ztenčení pro mobilní zařízení.
- ITO je natištěno ve dvou vrstvách na jednu stranu PET a mezi těmito vrstvami je dielektrikum. To někdy zapříčiní optické nepřesnosti.

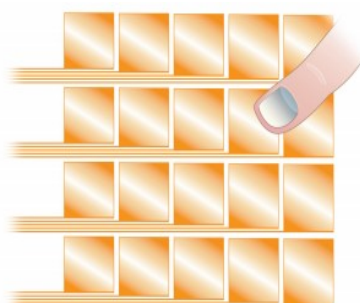
Projekční technologie kapacitního dotykového panelu - Vlastní kapacita elektrod

Tento typ technologie je založen na změně kapacity mezi elektrodu a kostrou zařízení. Průhledné vodiče jsou prostorově rozděleny do jedné nebo dvou vrstev. Jedna vrstva je tzv. „multi-pad“ konstrukce a vyžaduje připojení každého jednoho „padu“ zvlášť do kontroléru (viz Obr. 2.4). To umožňuje více dotyků, ale je to velice náročné na řízení a proto se nedělají větší uhlopříčky než 8.9cm. Dvě vrstvy jsou rozděleny do řádků a sloupců (viz Obr. 2.3). Ačkoli sloupce a řádky tvoří průniky s dvojicí souřadnic, elektronika není schopna měřit individuální průniky, ale pouze konkrétní elektrody.

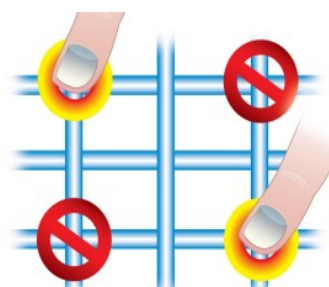
To omezuje tento typ pouze na jeden dotyk, protože při více dotycích vznikají imaginární body dotyku a kontrolér není schopen rozpoznat, který je správný (viz Obr. 2.5). Kontrolér proměřuje elektrody, jestli na některé nedošlo ke změně kapacity a pomocí interpolace pro vyšší přesnost určí, které elektrody jsou nejbližší k místu dotyku. [11][12][13]



Obr. 2.3: Více vrstev



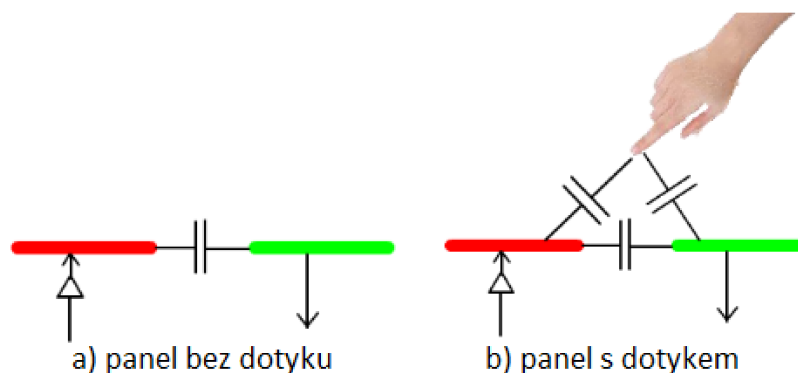
Obr. 2.4: Multi-Pad



Obr. 2.5: Imaginární body

Projekční technologie kapacitního dotykového panelu - Vzájemná kapacita elektrod

Tento typ kapacitní dotykové technologie umožňuje více dotyků bez vzniku imaginárních bodů, což je možné díky elektrodám uspořádaným do řádků a sloupců, mezi kterými je vzájemná kapacita. Jedna elektroda je tzv. „Transmission Node“ a druhá je „Reception Node“. Přes transmission node se přivádí napětí a kapacita mezi těmito uzly jej přenáší na reception node, při přiblížení ruky nebo kapacitního pera se tato kapacita změní a to je zaznamenáno na přijímací elektrodě (viz Obr. 2.6). Toto napětí přivede na jeden sloupec a proměřují se všechny řádky, tento se postup se opakuje stále dokola pro všechny sloupce. Typický chytrý telefon může mít 9 sloupců a 16 řádků, což je 144 průsečíků. Toto skenování probíhá s frekvencí 20 až 200 Hz. Kontrolér počítá změny kapacity ve více průsečících a podle úrovně na jednotlivých průsečících určí přesné místo dotyku. Díky tomu je možno zaznamenat konkrétní souřadnice více dotyků. [11][12][13]



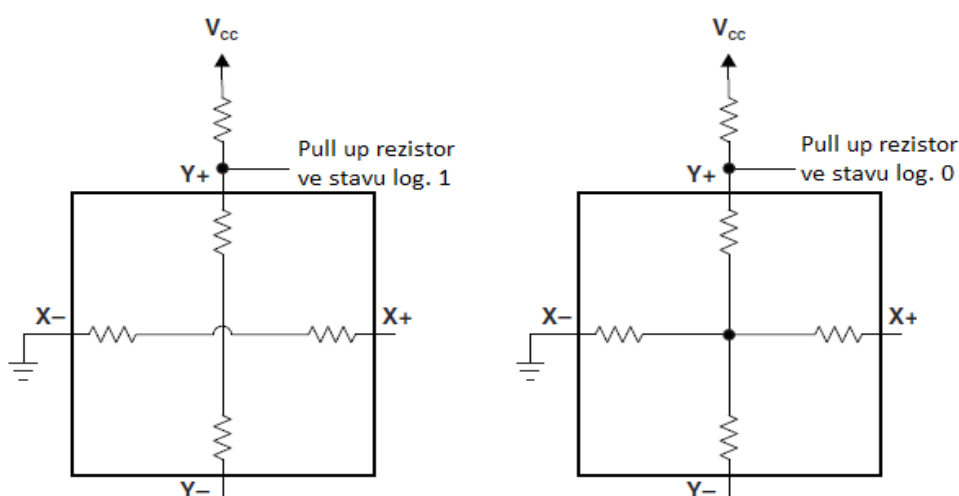
Obr. 2.6: Kapacitní panel

2.4 Odporový dotykový panel

Existuje mnoho typů této dotykové technologie. V mobilních telefonech se v dnešní době využívá analogová 4-vodičová technologie. Všechny tyto typy odporových dotykových panelů jsou v základu stejné, skládají se ze spodní skleněné vrstvy, na které je odporová vrstva s elektrovodivou vrstvou obvykle vyrobenou z ITO. Z horní strany je sklo nebo polyesterový materiál aby ho bylo možno promáčkнуть, pod ním se nachází opět odporová s elektrovodivou vrstvou. Mezi horní a spodní vrstvou se nachází vymezení body, které zabráňují stlačení velké plochy. Po stlačení displeje dojde k uzavření obvodu mezi elektrovodivými vrstvami a místo dotyku vyhodnotí kontrolér. Způsob vyhodnocování již záleží na konkrétní technologii. Tyto displeje je možno ovládat stylusem, nehtem, kreditní kartou a dalšími podobnými předměty. Odporovou technologii je nutno kalibrovat, to znamená přesně zarovnat na displej, aby po zmáčknutí bylo softwarově vyhodnoceno správné tlačítko, které uživatel zamýšlel.

2.4.1 Odporový dotykový panel - 4-vodičová technologie

Tento typ displeje se využívá především pro mobilní zařízení, jelikož umožňuje vysoké rozlišení záznamu dotyku. Pro zjištění místa dotyku je nutné nejprve zjistit, zda se provedl dotyk či nikoli. Na elektrodu Y+ je přivedeno kladné napětí přes pull up rezistor a elektroda X- je ukostřena. Pull up rezistor musí mít mnohem větší odpor, než je odpor dotykové obrazovky, který bývá v řádu několika set ohmů. Dokud na dotykovém panelu není zaznamenán dotyk pull up rezistor je ve stavu log. 1. Po zaznamenání dotyku se pull up rezistor ukostří přes X- a změní se na log. 0 (viz Obr. 2.7).



Obr. 2.7: Zjištění dotyku

Souřadnice X a Y jsou u 4-vodičové odporové technologie zaznamenávány ve dvou krocích (viz Obr. 2.8). Na elektrodu Y+ je přivedeno kladné napětí, které je ukostřeno na Y-, přes elektrodu X+, která je ve druhé vrstvě, je toto napětí měřeno (viz Obr. 2.8a). Pomocí naměřených hodnot se vypočítá souřadnice y (viz vzorec 2.1). Souřadnice x se zjišťují obdobným způsobem, na elektrodu X+ je přivedeno kladné napětí, které je přes X- ukostřeno a na elektrodě Y+, která je v první vrstvě je napětí měřeno (viz Obr. 2.8b). Z těchto naměřených hodnot se vypočítají souřadnice x (viz Vzorec 2.2). Napětí na vstupní elektrodě se běžně pohybuje od 1.2V po 5.5V, toto napětí závisí na výrobci odporového dotykového panelu.

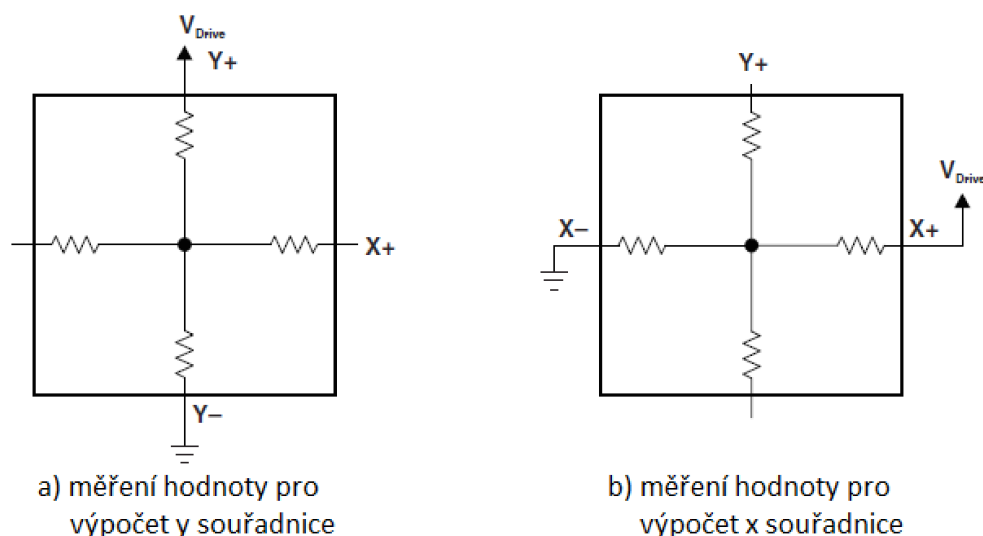
$$y = \frac{V_{X+}}{V_{DRIVE}} * \text{výška}_{obrazovky} \quad (2.1)$$

$$x = \frac{V_{Y+}}{V_{DRIVE}} * \text{šířka}_{obrazovky} \quad (2.2)$$

Kde:

- V_X/V_Y jsou měřená napětí,
- V_{DRIVE} je vstupní napětí,
- x/y jsou vypočtené souřadnice dotyku.

Nevýhodou této technologie je že mikroskopické prasklinky v elektrovedivé vrstvě horní části mohou způsobit změny v naměřených hodnotách a tím může docházet k nepřesnému určení dotyku. Díky jednoduché struktuře je technologie odporového dotykového panelu velmi levná a dostupná.



Obr. 2.8: Měření hodnot

2.4.2 Odporový dotykový panel – další využívané technologie

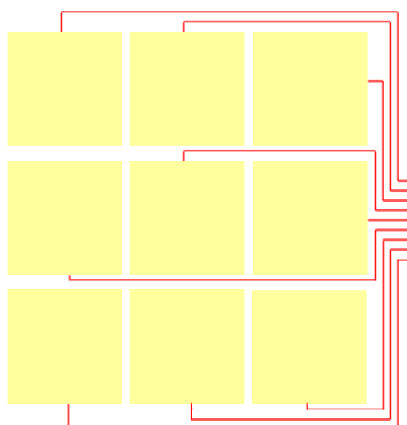
Odporový dotykový panel - 5-vodičová technologie

Tato technologie je odolnější, než 4-vodičová odporová technologie, bohužel také díky této odolnosti je dražší. Využívá se v prostředí, jako jsou nemocnice, průmysl, loterijní terminály, atd. Ve většině případů ji výrobci testují na 35 milionů dotyků. Od 4-vodičové technologie se také liší ve způsobu zjišťování místa dotyku. Napětí se přivádí pouze na spodní vrstvu a je měřeno horní vrstvou.

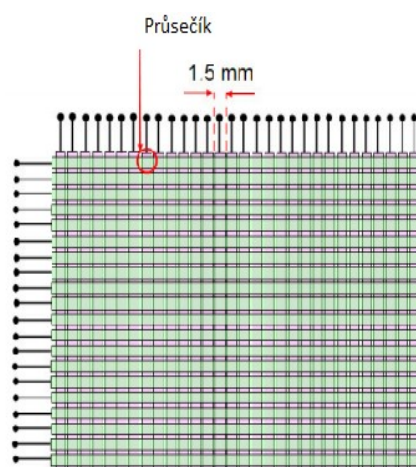
Odporový dotykový panel – více-dotyková technologie

Technologie je používána především v mobilních zařízeních. Jsou dva způsoby možnosti záznamu více dotyků u odporové dotykové technologie.

- AMR (Analog Matrix Resistive) – obrazovka je rozdělena do několika zón, každá o velikosti zhruba 1 cm. Každá zóna funguje jako samostatná, například 4-vodičová technologie. Z každé zóny může být zaznamenán jeden dotyk. Celkový počet dotyků závisí na kvalitě kontroléru. Struktura toho to typu více-dotykové technologie (viz Obr. 2.9).
- DMR (Digital Matrix Resistive) – obrazovka je rozdělena na samostatné elektrody o šířce 1- 3mm v ose X i v ose Y. Kontrolér měří, které průsečíky byly zmáčkнутy. Struktura DMR (viz Obr. 2.10). [11][14][15]



Obr. 2.9: AMR



Obr. 2.10: DMR

3 Výstupní zařízení

3.1 Historický přehled výstupních zařízení

3.1.1 Historický vývoj VFD displeje

VFD (Vacuum Fluorescent display) byl vyvinut v Japonsku kolem roku 1967 spoluprací firem Hayakawa (dnes Sharp) a Ise Electronics. Ale princip byl znám už koncem 19. století. Tyto displeje se používaly v prvních kalkulačkách, spotřební elektronice. Dnes jsou displeje na ústupu kvůli vysoké ceně oproti LCD (Liquid Crystal Display). Stále se používají v prostředí kde je potřeba vysoký kontrast a čitelnost jako je měřicí technika, lékařské vybavení, průmysl atd. Displej byl také použit v roce 1987 v jednom z prvních “mobilních telefonů” Motorola DynaTac 6000XL, který byl určen do automobilu, hlavně také proto, že díky displeji měl vysokou spotřebu a na provoz na baterie nebyl vhodný. V této době byl displej velice omezený možností zobrazovaných informací. Dnes dokáže zobrazit i složité grafické tvary. [1][16]

3.1.2 Historický vývoj LED displeje

První LED (Light Emitting Diode) s viditelným spektrem byla zkonstruovaná na začátku 60. let, na základě objevu účinného Henry J. Roundem okolo roku 1907. Před tímto úspěchem se o zkonstruování pokoušeli i v Německu a Rusku. Ruský vynálezce publikoval strukturu LED v roce 1927, ale nikdy se nedostala z jeho vlasti. V Německu se LED pokoušel sestavit Bernhard Gudden a Robert Wichard Pohl. První LED dioda byla zkonstruována z polovodiče zvaného gallium arsenid (GaAs), to byla ale pouze infračervená LED. Pro červenou barvu je potřeba GaAsP. A až do roku 1971 byla LED pouze s touto barvou. S rozmachem jiných barev se v 70. letech, začali vyrábět LED segmentové displeje, a první použití našly v hodinkách. První mobilní telefony používaly pouze LED segmentové displeje. [16][17]

3.1.3 Historický vývoj LCD displeje

Vlastnosti tekutých krystalů objevil v roce 1888 rakouský botanik Friedrich Reinitzer. Výzkumem se již před ním zabýval i Otto Lehmann. V roce 1922 George Friedel přišel na to, že se molekuly tekutých krystalů orientují ve směru, v jakém probíhá elektrické pole v blízkosti těchto krystalů. Roku 1963 Richard Williams objevil podstatu tekutých krystalů, které ohýbají procházející světlo podle své krystalické struktury. O pět let později sestavil první experimentální displej z tekutých krystalů. V roce 1973 společnost Sharp uvedla na trh první zařízení s LCD displejem, kalkulačku EL805. První LCD displeje v mobilních telefonech používaly pasivní segmentové řízení, pak bodovou pasivní

maticí pro řízení zobrazení. Displeje s TFT (Thin Film Tranzistor) aktivní maticí přišly až později. [16][18]

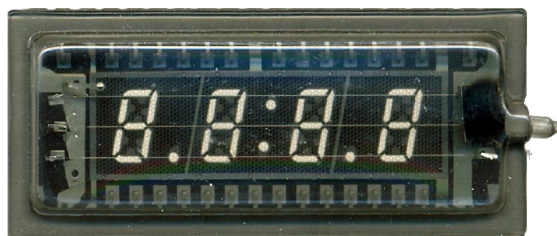
3.1.4 Historický vývoj OLED displeje

V 50. letech se poprvé prováděly pokusy s elektroluminiscencí v organickém materiálu. Chin Tang a Van Slyke v roce 1987 ve společnosti Kodak vyvíjejí první LED s tenkou organickou vrstvou. V roce 1996 se na trh dostává první komerčně dostupný OLED (Organic Light Emitting Display) displej s pasivní maticí a monochromatickým rozlišením 256x64 pixelů pro použití v autorádiu. V roce 1998 ve spolupráci Kodak a Sanyo představují plně barevný OLED a aktivní maticí. První mobilní telefon s OLED displejem s pasivní maticí se objevil v roce 2001. První OLED displej s aktivní maticí se na trhu objevil v roce 2006. [19]

3.2 VFD displej

Vakuové fluorescenční displeje (viz Obr. 3.1) fungují na stejném principu jako elektronky. Základ tvoří tři elektrody – katoda, anoda, mřížka, to celé je ve vakuovém obalu, který je tvořen buďto baňkou nebo je slepen z několika kousků skla. Katodu tvoří tenké wolframové vodiče, kterým se říká žhavicí vlákna. Na ty je nanесena tenká vrstva oxidu kovů. Vlákna po přiložení napětí uvolní obrovské množství elektronů. Jelikož napětí na mřížce je podstatně větší než napětí na katodě, jsou elektrony přitahovány směrem k mřížce. Elektrony se po průletu mřížkou, která je tvořena tenkými vodiči nebo kouskem plechu vyleptaným do požadovaného tvaru, přibližují anodám, na kterých je nanесena vrstva fosforu vytvarovaná do požadovaného tvaru zobrazovaného znaku. Používají se různé druhy fosforu pro různé barvy zobrazení. Při styku s elektronem fosfor vyzáří světlo. Anody jsou vyrobeny z vodivého materiálu, jako je například grafit. Fosfor se rozsvítí pouze tehdy, pokud je anoda a mřížka připojena ke kladnému potenciálu oproti katodě. Používané proudy se liší podle počtu vláken. Napětí se používá především střídavé, jelikož při použití stejnosměrného dochází k úbytku napětí na žhavicích vláknech a u delších zobrazovačů může mít konec menší jas.

Displej je možné používat v poměrně velkém rozsahu teplot (již od -40°C). [16]



Obr. 3.1: VFD displej

3.3 LED displej

LED displej je displej složený z jednotlivých LED uspořádaných nebo vytvarovaných do požadovaného tvaru. Při použití LED segmentového displeje jsou pouzdra LED protaženy do tvaru jednotlivých segmentů a displej je složený z určitého počtu LED uspořádaných do tvaru nejčastěji čísla nebo písmene. Druhým typem LED displeje je maticové uspořádání diod, které představují jednotlivé body obrazu. Tyto displeje mají ve většině případu společnou anodu nebo katodu podle potřeby způsobu řízení.

3.3.1 Funkce LED

LED je polovodičová dioda, která po zapojení v propustném směru vyzařuje světlo. Po připojení napětí na přechod P-N v propustném směru dojde k injekci minoritních nosičů proudu do vodivostní oblasti. Část elektronů v oblasti P a část děr v oblasti N zářivě rekombinuje s majoritními nosiči a dochází tak k emisi světla. Barva vyzařovaného světla závisí na šířce zakázaného pásu, který závisí na použitém materiálu. [17]

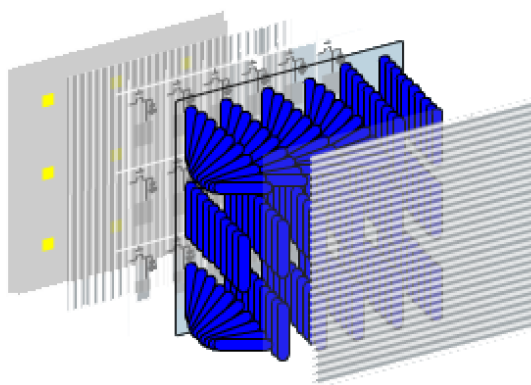
3.4 LCD displej

LCD displeje se dají rozdělit do poměrně hodně kategorií. Základní rozdělení je podle způsobu řízení pixelů na aktivní a pasivní. Tento typ displejů byl vůbec první, který dokázal zobrazovat složitější tvary nezávisle na tvaru jednotlivých segmentů.

3.4.1 Základní struktura LCD displeje

- Podsvícení - LCD displej pro své fungování potřebuje podsvícení, protože tekuté krystaly nedokáží vyzařovat světlo.

- Polarizátor – pro správné natočení světla dopadajícího na tekuté krystaly.
- Elektroda – pro pasivní matici pro řízení pixelů.
- TFT substrát – pro aktivní matici pro řízení pixelů.
- Tekuté krystaly – stáčí světlo podle své struktury. Tvoří pouhých 3-4 μ m tloušťky LCD displeje.
- Společná anoda – mezi touto anodou a elektrodou nebo TFT substrátem se vytvoří napětí, které stáčí tekuté krystaly.
- RGB filtr – pro barevné displeje je potřeba bílé světlo z podsvícení obarvit, složením těchto tří barev (RGB), lze vytvořit jakákoli jiná barva. Pro monochromatické displeje není tato vrstva potřebná.
- Polarizační filtr – podle toho, jak tekuté krystaly stočí světlo, tento filtr ho buď propustí, nebo zastaví.
- Krycí sklo – chrání předchozí vrstvy před poškozením.



Obr. 3.2: Obecná struktura LCD

Základní princip LCD displeje spočívá v tom, že spodní polarizátor polarizuje světlo produkované podsvícením do jednoho směru, vrchní polarizátor je otočen o určitý počet stupňů. Pokud tekuté krystaly světlo neotočí o tento požadovaný počet stupňů, tak vrchní polarizátor jej nepropustí. Základní struktura LCD displeje (viz Obr. 3.2). [20]

3.4.2 LCD displej s pasivní maticí

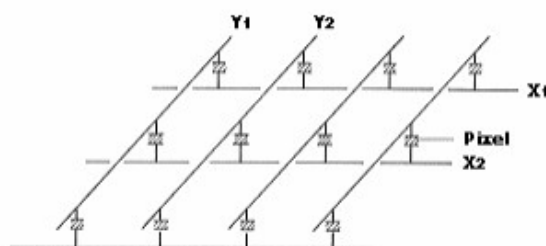
Tento typ matice využívaly mobilní zařízení, které nepotřebují přehrávat videa nebo jinak náročné aplikace na zobrazení, ale stačí jim pouze zobrazení jednoduchých objektů. Některé pasivní displeje dokáží přehrát např. video, ale s velmi špatnou odezvou a velkými nároky na kontrolér. Displej s pasivní maticí může být bodový nebo segmentový. Pasivní matici využívají TN (Twist Nematic), STN (Super Twist Nematic), CSTN (Color Super Twist Nematic) a další. Tyto typy displejů mají nevýhodu v tom, že pokud pixel není aktivní, tekuté krystaly jsou stočené a propouští světlo, z toho vyplývá, že při vadném pixelu tento bude svítit. Tyto displeje využívají nematickou strukturu tekutých krystalů.

Přímé buzení LCD displeje

Segmentový displej zobrazuje pouze číslice, případně jiné znaky a používaly je jen první telefony s LCD displejem. Elektrody jsou v požadovaném tvaru a je na ně přiváděno napětí, podle potřeby rozsvítí případně zhasnout konkrétní segment. Jak se velikost obrazovky a potřeba zobrazení více znaků zvětšovala, bylo neekonomické řídit každý segment/pixel zvlášť a tak se zavedl systém časově multiplexního řízení.

Multiplexované buzení LCD displeje

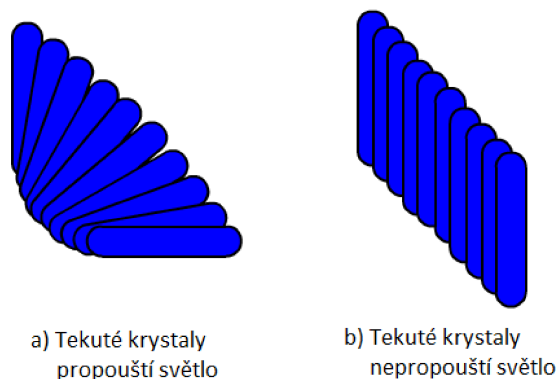
Bodový pasivní LCD displej je tvořen průhlednými elektrodami uspořádanými do řádků a sloupců nad a pod tekutými krystaly. Struktura multiplexního buzení, (viz Obr. 3.3). Mezi elektrodami je kapacita, na které závisí natočení tekutých krystalů a jejich jas. Tato kapacita také udržuje tekuté krystaly natočené ve stejné poloze, než se vybije, nebo do dalšího obnovení. Elektrody jsou obvykle vyrobeny z ITO a jsou připojeny k řídicímu obvodu, který rozhoduje, kdy a který pixel bude aktivní. Adresují se sloupce a přes řádky jsou ukostřeny. Kdyby se adresoval každý bod nebo segment zvlášť bylo by u displeje 10 x 10 bodů nutné 100 samostatných připojení. Při multiplexním adresování je jich potřeba pouze 20, 10 pro řádky a 10 pro sloupce. Pro aktivování pixel časově multiplexní řízení využívá přesného časování pulzů napětí na jednotlivé sloupce a řádky. Pulzy jsou koordinovány přesně tak aby byl aktivován správný pixel ve správný čas bez aktivování nechtěného pixelu. Bohužel se zjednodušenou výrobou a lepším řízením nastal problém s kontrastem displeje. Při vybrání jednoho pixelu vznikne určité napětí také na vedlejším nevybraném pixelu. Tento jev se nazývá přeslech a způsobuje částečné aktivování nevybraného pixelu a tím snížení kontrastu. Tento problém byl vyřešen v roce 1983, kdy byl vyvinut displej typu STN.



Obr. 3.3: Pasivní matice

3.4.3 STN LCD displej

STN displej je řízen pomocí pasivní matice a nevyužívá barevný filtr, je proto monochromatický. STN natáčí šroubovicově tekuté krystaly o více než 90° a méně než 360° . Dnes používané STN se natáčí v rozmezí 180° až 270° . Díky natáčení tekutých krystalů o více stupňů a strmější změně napětí se zamezilo přeslechům, došlo ke zlepšení kontrastu a zvětšení pozorovacích úhlů. Tekuté krystaly také nejsou přímo nad sebou, ale jsou mírně natočeny do strany (viz Obr. 3.4). Barva podsvícení se volí dle využití, v mobilních zařízeních to je žlutá, bílá, zelená a modrá. Od této barvy se také odvíjí barva samotného displeje, který má 1 respektive 2 barvy. První je barva pozadí a druhá je barva tekutých krystalů.



Obr. 3.4: STN

3.4.4 CSTN LCD displej

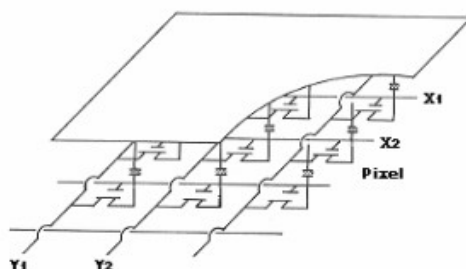
CSTN displej taktéž využívá řízení pomocí pasivní matice a pracuje na stejném principu jako STN LCD displej, ale využívá bílé podsvícení a barevný filtr. Jeden pixel se skládá ze 3 subpixelů, které mají červenou, zelenou a modrou barvu. Tyto subpixely jsou řízeny každý samostatně, aby bylo možno docílit konkrétní barvy podle nastavení jasu konkrétních subpixelů v jednom pixelu. [21][22]

3.4.5 LCD displej s aktivní maticí

Ačkoli se displeje s pasivní maticí osvědčily a byly jednoduché a levné, nastala potřeba zobrazovat složitější tvary a rychleji překreslovat, například u videa. Proto je potřeba jednotlivé subpixely řídit aktivně. Řízení probíhá pomocí TFT nebo TFD (Thin Film Diode). Nejpoužívanějším typem tekutých krystalů je TN matrice, která však má špatné pozorovací úhly. Proto mobilní telefony často využívají kvalitnější IPS matrici, nebo střední cestu, VA matrici. Jejich hlavní výhoda spočívá v lepších pozorovacích úhlech a nesvítícím bodě při mrtvém pixelu.

TFT

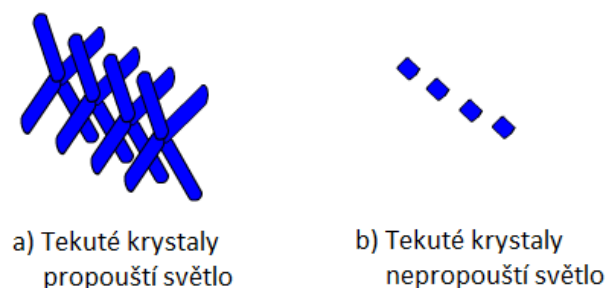
TFT je způsob aktivního řízení tekutých krystalů. Displej je podobné konstrukce jako displej s pasivní maticí, ale aktivní matice má tranzistory pro řízení každého subpixelu zvlášť. Společná elektroda je umístěna nad tekuté krystaly a vrstva s TFT substrátem je umístěna pod ně. Využívají se unipolární tranzistory, které jsou zapojeny takto, gate každého tranzistoru je připojena na řádkovou elektrodu, drain je připojen na sloupcovou elektrodu a source je připojen na společnou elektrodu. Pro aktivaci konkrétního pixelu se na řádky, řádek po řádku přivádí napětí, což umožní průchod proudu z gate k drain, a vytvoření elektrického pole mezi drain a společnou elektrodou, mezi nimiž je také připojen miniaturní kondenzátor. Sloupcové elektrody připojené na gate řídí, které pixely se aktivují a s jakým jasnem, tyto jsou synchronizovány s řádkovými pulzy. Po přivedení impulsu na gate začne přes drain téct proud do source a tím začne nabíjet kondenzátor, který slouží pro udržení napětí na tekutých krystalech, aby zůstaly stejně natočené do dalšího obnovení. Způsob řízení pomocí aktivní matice (viz Obr. 3.5). TFT se vyráběly z amorfního silikonu (a-Si), jeho nevýhoda je však pomalá pohyblivost elektronů, $0.5 \text{ cm}^2/\text{Vs}$. Proto se dnes převážně používá LTPS (Low Temperature Poly-Silicon), které má tuto pohyblivost $200 \text{ cm}^2/\text{Vs}$.



Obr. 3.5: Aktivní matice

3.4.6 Vertical alignment (VA) LCD technology

Tato technologie byla vyvinuta, jako kompromis mezi TN a IPS (In-Plane Switching), společností Fujitsu, která jí představila v roce 1996. Název vychází z umístění tekutých krystalů v buňce, které jsou uspořádány vertikálně. Nevýhodou tohoto typu displeje jsou malé pozorovací úhly, což Fujitsu vyřešilo tím, že pixely rozdělilo do domén, které pracují synchronně. Tekuté krystaly jsou uspořádány do tzv. stromečkové struktury a podle použité technologie má subpixel určitý počet domén. Při neaktivní pixelu jsou krystaly uzavřené a nepropouští světlo, po přivedení napětí se rozevřou a začnou světlo propouštět. Toto řešení bylo představeno jako MVA (Multi-Domain VA), (viz Obr. 3.6) v roce 1998. Pozorovací úhly se rozšířily na 160° - 170° . Ke zlepšení došlo i v době odezvy, která se snížila díky kratší cestě natočení tekutých krystalů. Se zavedením technologie RTC (Response Time Compensation), (Pomocí elektroniky se na tekuté krystaly přivede vyšší napětí, aby se začaly rychleji otáčet, toto napětí je, ale včas sníženo aby se nepřetočily moc. Některé levnější displeje však nestihnou včas snížit toto napětí a při překreslení vznikají šmouhy. Výrobci začali dělat nové typy VA panelů. Jako jsou P-MVA (Premium MVA), S-MVA (Super MVA), AMVA (Advanced MVA), které přinesly zlepšení odezvy a kontrastu. Hojně využívanou technologií je PVA (Patterned VA).



Obr. 3.6: MVA

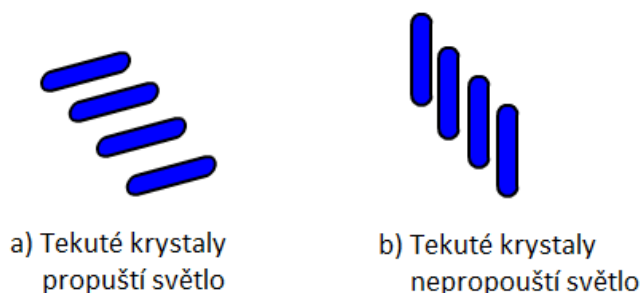
PVA technologie

PVA technologii vyvinula společnost Samsung jako alternativu k MVA, jako její vylepšení. PVA technologie dokáže zobrazit věrnější podání černé barvy. S-PVA je vylepšení PVA technologie, které využívá verzi RTC od Samsungu. Tento typ technologie využívají S-LCD (Super LCD) a SC-LCD (Super Clear LCD) displeje, které jsou vyráběny ve spolupráci Samsungu a Sony.

3.4.7 In-Plane Switching IPS LCD technology

IPS technologii vyvinula v roce 1996 společnost Hitachi, jako řešení problémů s TN matricí. Název vychází z umístění tekutých krystalů v buňce, které jsou uspořádány ve stejné rovině, paralelně k rovině panelu. Po připojení napětí se všechny tekuté krystaly stočí o 90° . Původní technologie IPS

je poměrně pomalá, proto byla nahrazena rychlejší S-IPS (Super IPS) technologií (viz Obr. 3.7). Mnoho výrobců vyrábí své vlastní verze této technologie, které se liší především v názvu. Předním výrobcem těchto displejů je společnost LG.Display. Hlavní rozdíl oproti předchozím technologiím je ten, že IPS má obě elektrody umístěny na jedné straně, což má za následek menší natočení tekutých krystalů, které jsou nejdále od elektrod a jejich menší propustnosti světla. Z tohoto důvodu je potřeba silnější podsvícení. V mobilních telefonech se využívá IPS technologie označovaná jako IPS LCD, Nova displej od LG, který má úžasný jas a kontrast a díky chytrému řízení jasu má úsporu energie až 50%. IPS LCD využívá také Apple ve svých iPhonech nové řady, pod označením „Retina“, tento typ displeje má rozlišení vyšší než je schopno zaznamenat lidské oko. V mobilních zařízeních je potřeba šetřit energii, z tohoto důvodu některé displeje využívají 2 subpixely na pixel tzv. RGBW (Red, Green, Blue, White), tyto 4 subpixely jsou tedy ve dvou pixelech. Tomuto typu matice se říká „Pentile“. Propustnost světla přes bílý filtr je mnohem vyšší než přes červený, zelený nebo modrý, to může teoreticky zvýšit jas o 50%. [23][24][25]



Obr. 3.7: IPS

3.4.8 Podsvícení používané v LCD

LCD jsou nuceny používat podsvícení, jelikož samy nedokáží emitovat světlo. V mobilním zařízení je potřeba co nejnížší spotřeby, proto se používají především podsvícení LED diodou nebo EL (ElectroLuminiscent) folií, CCFL (Cold-Cathode Fluorescent Lamps) se již v dnešní době nepoužívá.

Podsvícení LED diodami

LED diody jsou umístěny v řadě podél okraje matice a jednotný jas po celé ploše je zajištěn díky speciální konstrukci LGP (Light Guide Plate) vyrobeného z čistého PMMA (PolyMethylMethAcrylate), difuzéru, reflexivní vrstvě a několika dalším vrstvám je světlo odraženo/ohnuto kolmo nahoru pro správné osvětlení LCD. LED mohou být umístěny na jednom nebo obou okrajích.

LED diody jsou rozmístěny v matici na zadní straně displeje. Tento způsob zaručuje kvalitní rovnoměrné podsvícení na celé ploše displeje.

Jelikož není možné přímo vytvořit bílou LED, využívá se těchto principů:

- **RGB LED** (Red, Green, Blue) - Tento typ podsvícení je založen na RGB diodě, která z těchto tří barev aditivním míšením vytvoří bílou. RGB LED zaručuje vynikající gamut (věrné podání barev).
- **WLED** (White LED) - Je založena na modré LED která se luminoforem transformuje na žlutou a mísením s modrou vznikne bílá. Druhý způsob je přeměna ultrafialového záření luminoforem přímo na bílou barvu.

El folie

El folii tvoří několik vrstev, nejdůležitější je sloučenina fosforu tvořená sirníkem zinku, uzavřená mezi dvěma elektrodami, oddělené dielektrikem, na elektrody je přivedeno napětí, které je pomocí inventuru převedeno ze stejnosměrného na střídavé, to způsobí, že fosfor začne produkovat světlo.

CCFL trubice

CCFL trubice jsou umístěny na kraji LCD displeje a jejich světlo se šíří přes LGP. CCFL je svítící trubice se studenou katodou vyplněná fosforem, který po přivedení napětí září.

Transflektní technologie

Je to způsob osvětlování LCD, které je na slunci špatně čitelné s použitím pouze podsvícení. Tato technologie využívá odrazu okolního světla v displeji a samostatně nebo ve spolupráci s podsvícením osvětluje displej. [25][26]

3.5 OLED

OLED je typ displeje, který využívá organické elektroluminiscenční diody. OLED displeje jsou jasnější, mají větší kontrast, nižší nároky na spotřebu a přináší větší pozorovací úhly. Na začátku svého vývoje měli tyto displeje pouze malou uhlopříčku, a využívaly se pouze v mobilních zařízeních, dnes se však tyto displeje vyrábějí i jako obrazovky pro televize, vznikají průhledné či ohebné displeje, využití našli také jako osvětlení. Existují tři základní struktury OLED. PLED (Polymer LED), SMOLED (Small Molecule OLED) a dendrimer OLED.

3.5.1 Základní struktura OLED

PLED – Polymer LED

PLED využívá polymery vytvořené z řetězců menších organických molekul a je jednoduchý na výrobu. Vyrábí se pomocí tisku ITO na substrát. PLED se využívá pro větší uhlopříčky, jako jsou televize, monitory atd. Životnost PLED však není nijak vysoká.

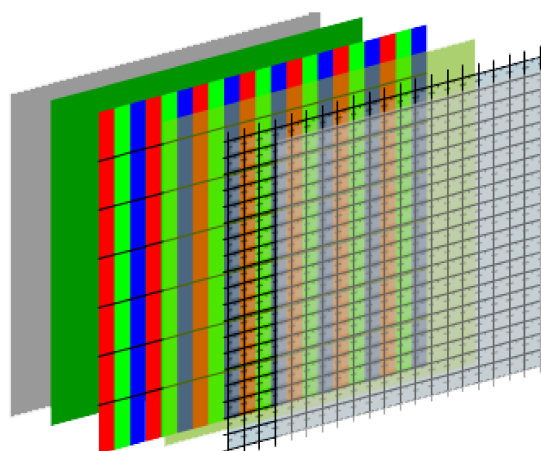
Dendrimer OLED

Spojuje výhody jak technologie PLED tak SMOLED. Tvoří jí jádro, kolem kterého se větví polymery zvané dendrony.

SMOLED

Základní struktura SMOLED obsahuje více vrstev organického materiálu. V závislosti na těchto organických materiálech mohou být použity různé způsoby výroby, nejčastěji je použito napařování.

- Vrstva P neboli anoda je vyrobena z ITO, které je průhledné a dobře vodivé. V této vrstvě se vytváří díry.
- Vrstva pro přenos děr, také označovaná jako HTL (Hole Transport Layer) – vyrobena např. z NPB (N-Propyl Bromide). Vyžaduje dobrou mobilitu děr, dobrou elektrochemickou stabilitu atd. Hlavním úkolem této vrstvy je přenos děr do emitoru.
- Emitor – vyroben z fluorescentního nebo fosforescenčního materiálu. Intenzita a barva vyzařovaného světla závisí na použitém materiálu této vrstvy. Existují tři typy vyzařování:
 - emitují se tři barvy, RGB.
 - Emituje se bílé světlo, které je pomocí barevných filtrů přeměněno na RGB, případně využívá „Pentile“ matice (RGBW).
 - Emituje se modré světlo, které je pomocí barevných filtrů přeměněno na RGB.
- Vrstva pro přenos elektronů, také označovaná jako ETL (Elektron Transport Layer) – vyrobena např. z Alq₃ (Tris 8-hydroxyquinoline aluminium). Vyžaduje dobrou mobilitu elektronů, dobrou elektrochemickou stabilitu atd. Hlavním úkolem této vrstvy je přenos elektronů do emitoru.
- Vrstva N neboli katoda – vyrobena z MgAg (Magnesium Silver). Katoda je ve většině případů neprůhledná. V této vrstvě se vytváří elektrony.



Obr. 3.8: Obecná struktura OLED

SMOLED jsou používány převážně na displeje s malou uhlopříčkou, jako je například mobilní telefon, displej kamery, atd. (viz Obr. 3.8).

Po připojení napětí na elektrody dochází k emitování světla, ke kterému je potřeba rekombinace elektronů vytvořených v katodě a děr vytvořených v anodě, tyto pak rekombinují v emitoru. [27]

3.5.2 Pasivní řízení OLED – PMOLED

Anodu tvoří oddělené elektrody na kterých je vyleptán organický materiál stejně tak katodu, jejíž elektrody jsou kolmo k anodě. Řídící obvod přivede napětí na jednu elektrodu anody a postupně na všechny elektrody katody, pak se přivede napětí na další elektrodu anody a opět postupně na všechny elektrody katody. Tento postup se opakuje pro všechny sloupce anody, a je pořád opakován pro překreslování obrazu. Pomocí multiplexního řízení lze aktivovat konkrétní pixely, toto řešení není však vhodné pro složitější aplikace.

3.5.3 Aktivní řízení OLED – AMOLED

AMOLED (Active Matrix OLED) využívá tak jako LCD, řízení pomocí TFT které je nanesené na anodě, přičemž katoda tvoří společnou elektrodu. Typů konkrétního zapojení TFT je mnoho, jelikož někteří výrobci si vytvořili své vlastní řešení, ale obecně je každý subpixel tvořen dvěma tranzistory a jedním kondenzátorem.

3.5.4 Typy OLED

PMOLED (Passive Matrix OLED)

PMOLED displej je mnohem levnější než AMOLED. Má použití především v méně náročných přístrojích jako je: displej autorádia, mp3 přehrávače, informační displeje, apod.

PHOLED (Phosphorescent OLED)

Technologie využívající fosforeskující materiál, který dokáže přeměnit až 100% energie na světlo, je až 4x účinnější než běžná technologie OLED využívající fluorescenci, která na světlo přemění průměrně 25 - 30%. Díky tomu spotřebuje mnohem méně energie a je vhodná pro použití v mobilních zařízeních, osvětlení ale také u zařízení s velkými uhlopříčkami, kde není úspora energie zanedbatelná. Od roku 2003 se tato technologie využívá komerčně.

TOLED (Transparent OLED)

Klasická struktura OLED má průhlednou anodu a reflexní neprůhlednou katodu. TOLED však má obě tyto vrstvy průhledné, to znamená, že celý displej je průhledný. Průhlednost dosahuje až 80% při vypnutém OLED, při použití TFT však tato průhlednost mírně klesá. Světlo může být emitováno na jednu nebo obě strany.

SOLED (Stacked OLED)

SOLED využívá principu TOLED, barvy jednotlivých pixelů jsou umístěny na sobě a pomocí intenzity jednotlivých barev je vytvořena výsledná barva. Hlavní výhodou je že tento typ pixelu zabere 3x méně místa než klasický pixel kde jsou jednotlivé subpixely umístěny vedle sebe.

FOLED (Flexible OLED)

FOLED se skládá z flexibilních vrstev, což umožňuje vyrábět ohebné displeje, které dosahují stejné kvality jako ostatní typy OLED.

WOLED (White OLED)

Možné osvětlení příští generace, které má vynikající svítivost v závislosti na spotřebě. Jako použití se nabízí samozřejmě klasické osvětlení v místnosti, nebo podsvícení LCD displejů.

AMOLED

Slouží pro řízení OLED displejů se zobrazením složitějších aplikací. Konkrétní použití najde v obrazovkách pro televize, nebo displejích mobilních telefonů. [28][29] Konkrétní příklady využití displeje v mobilních telefonech jsou:

- Super-AMOLED – displej vyvinutý společností Samsung, využívající „Pentile“ matrici. Jako první displej má integrovanou dotykovou technologii přímo v displeji. [30]
- Super-AMOLED plus – Je vylepšením první generace S-AMOLED. Používá klasickou RGB matrici, je tenčí a jasnější než jeho předchůdce. [31]

- Ultra AMOLED – vyvinutý společností LG. Vyznačuje se údajně lepší čitelností na slunci.
[32]

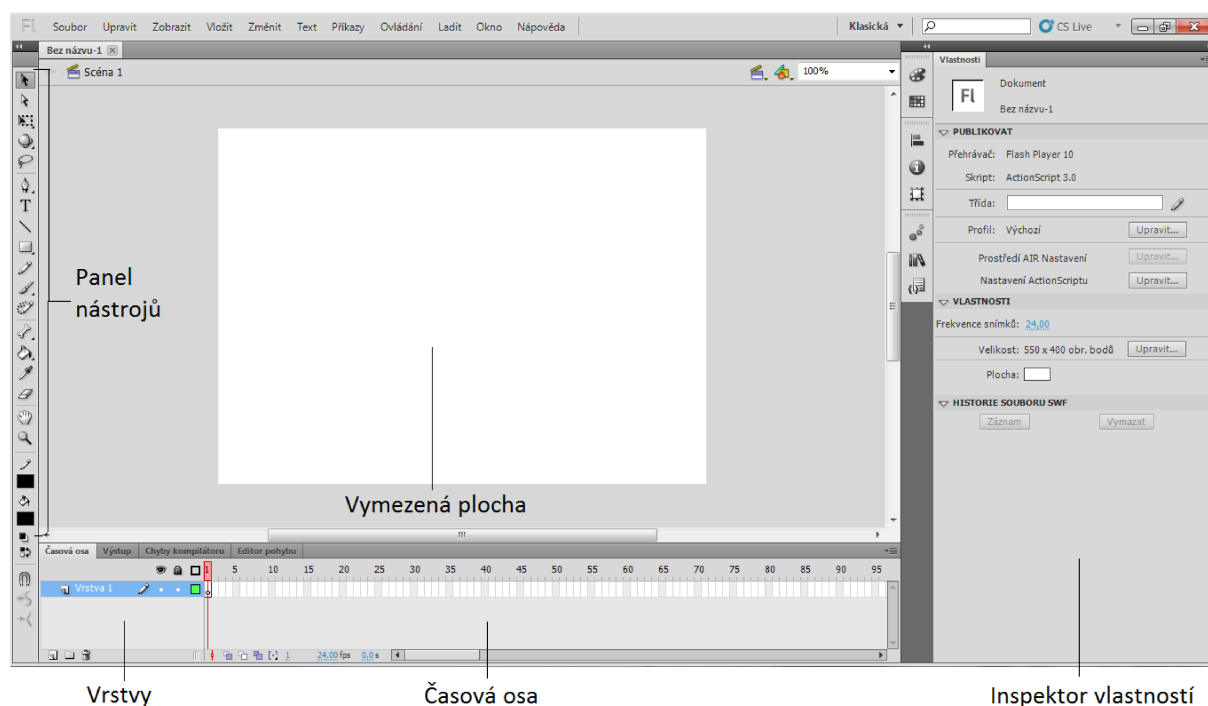
4 Praktická část bakalářské práce

4.1 Program Adobe Flash

Adobe Flash je aplikace pro tvorbu animací a multimediálního obsahu. Její vývojové prostředí nabízí nástroje pro tvorbu grafiky ve vrstvách, ale také možnost importu grafiky z externí aplikace. Především obsahuje nástroje pro tvorbu animací, jako je časová osa, možnost doplnění pohybu nebo několik přednastavených možností pohybu. Pro rozpohybování a multimedialitu animace slouží skriptovací jazyk ActionScript, ve kterém lze obsah zanimovat lépe, než použitím pouze časové osy. Spojením těchto dvou nástrojů lze docílit dechberoucí výsledky.

4.1.1 Ukázka vývojového prostředí Adobe Flash

Pomocí panelu nástrojů jsme schopni kreslit grafiku ve vymezené ploše. Vlastnosti jednotlivých prvků grafiky se upravují pomocí inspektoru vlastností, každý prvek má své specifické vlastnosti. Tyto prvky lze kreslit do jednotlivých vrstev pro lepší orientaci v nich. Pomocí časové osy lze těmto prvkům v jednotlivých vrstvách dodat pohyb. Grafiku lze kreslit do tzv. symbolů, které nám umožní jednoduché znovupoužití této grafiky ve stejné nebo jiné animaci, bez nutnosti kreslit ji znovu.



Obr. 4.1: Vývojové prostředí programu Adobe Flash

4.2 Navigace ve výukovém programu

Ve výukovém programu se lze navigovat několika způsoby. Pomocí tlačítka „Menu“ v levém horním rohu se dostaneme do hlavního menu, ve kterém se můžeme odkázat na jednotlivé podkapitoly. Druhým způsobem je použití tlačítka „vpřed“ a „vzad“ pomocí těchto tlačítek se můžeme posouvat o jeden snímek vpřed nebo vzad. Posledním způsobem je navigace po kapitolách, to znamená, že po stisku tlačítka „následující kapitola“ se dostaneme o kapitolu vpřed a pomocí tlačítka „předchozí kapitola“ se dostaneme o kapitolu vzad. Výukový program také obsahuje tlačítko „Slovník“, který nás odkáže na seznam použitých zkratk vyskytujících se v programu.



Obr. 4.2: Navigace ve výukovém programu

5 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo seznámení se s vývojem a principem funkčnosti obvodů mobilních koncových zařízení pro styk s obsluhou a vytvoření multimediálního výukového programu, kde mají tyto principy být vysvětleny. Tento výukový program je součástí souboru dalších výukových programů, které jsou tvořeny pro stejné prostředí a velikost okna 800x600 pixelů, tyto další programy jsou na odlišné téma.

Tento výukový program má mnoho možností dalšího vývoje s podrobnějším vysvětlením jednotlivých principů, nebo rozšířením o další obvody pro styk s obsluhou, využívané v jiných zařízeních. Pro další vývoj by bylo praktičtější začít používat nový typ okna prostředí výukového programu, který by měl např. větší rozlišení, kvůli možnosti použití rozsáhlejších animací.

Díky této bakalářské práci jsem se naučil pracovat s grafickým programem Adobe Flash a vytvářet v něm animace. Také jsem získal přehled o obvodech mobilních koncových zařízení pro styk s obsluhou a jejich principech fungování.

6 Seznam použité literatury a zdrojů

- 1: About Motorola. [online]. [cit. 2012-04-21]. Dostupné z:
http://www.motorola.com/Consumers/US-EN/About_Motorola/History/Timeline#1980
- 2: Milestones in AT&T History. [online]. [cit. 2012-04-21]. Dostupné z:
<http://www.corp.att.com/history/milestones.html>
- 3: Another of CERN's many inventions!. [online]. [cit. 2012-04-21]. Dostupné z:
<http://cdsweb.cern.ch/record/1248908>
- 4: History of Elo. [online]. [cit. 2012-04-21]. Dostupné z:
<http://www.elotouch.com/AboutElo/History/default.asp>
- 5: Apple iPhone. [online]. [cit. 2012-04-27]. Dostupné z: <http://www.apple.com/pr/library/2007/>
- 6: Linus Write-Top. [online]. [cit. 2012-04-27]. Dostupné z: <http://oldcomputers.net/linus.html>
- 7: Newton H1000. [online]. [cit. 2012-04-27]. Dostupné z: <http://www.apple-history.com/h4>
- 8: IBM Simon. [online]. [cit. 2012-04-27]. Dostupné z: <http://research.microsoft.com/en-us/um/people/bibuxton/buxtoncollection/a/pdf/description%20SimonCellular-PDA.pdf>
- 9: MACKENZIE, Scott a Kumiko TANAKA-ISHII. Text entry systems: mobility, accessibility, universality. Amsterdam: Morgan Kaufmann, c2007. ISBN 01-237-3591-2.
- 10: Senseg. [online]. [cit. 2012-04-27]. Dostupné z: <http://senseg.com/technology/senseg-technology>
- 11: JONES, Matt a Gary MARSDEN. Mobile interaction design: Steven Hoober, Eric Berkman. 1st ed. Hoboken, NJ: John Wiley, c2006. ISBN 0470090898.
- 12: BAXTER, Larry K. Capacitive sensors: design and applications. New York, N.Y: IEEE Press, 1997. ISBN 07-803-5351-X.
- 13: BARRETT, Gary a Ryomei OMOTE. Projected-Capacitive Touch Technology. Information Display. 2010, roč. 26, č. 3.
- 14: BRENNER, Neal, Shawn SULLIVAN a William GOH. TEXAS INSTRUMENTS. 4-Wire and 8-Wire Resistive Touch-Screen Controller Using the MSP430. 2008. Dostupné z:
<http://www.ti.com/lit/an/slaa384a/slaa384a.pdf>
- 15: HOOBER, Steven a Eric BERKMAN. Designing mobile interfaces: Steven Hoober, Eric Berkman. 1st ed. Sebastopol, CA: O'Reilly, 2012. ISBN 14-493-9463-9.
- 16: CASTELLANO, Joseph A. Handbook of display technology. San Diego: Academic Press, c1992. ISBN 0121634205.
- 17: SCHUBERT, E. Light-emitting diodes. 2nd ed. New York: Cambridge University Press, 2006. ISBN 0521865387.
- 18: STEGEMEYER, H. Liquid crystals. 2nd ed. New York: Springer, c1994. ISBN 03-879-1421-8.
- 19: TUFFY, Brian. Porphyrin Materials for Organic Light Emitting Diodes. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. ISBN 384652669X.
- 20: YEH, Pochi a Claire GU. Optics of liquid crystal displays. 2nd ed., Updated ed. Hoboken, N.J.: Wiley, c2010. Wiley series in pure and applied optics. ISBN 0470181761.
- 21: BY DAVID J.R. CRISTALDI, By David J.R.Salvatore Pennisi a Claire GU. Liquid crystal display drivers: techniques and circuits. 2nd ed., Updated ed. Dordrecht: Springer, 2009. Wiley series in pure and applied optics. ISBN 90-481-2254-6.
- 22: LUEDER, Ernst a Claire GU. Liquid Crystal Displays Addressing Schemes and Electro-Optical Effects: techniques and circuits. 2nd ed. Chichester: John Wiley, 2010. Wiley series in pure and applied optics. ISBN 978-047-0688-182.
- 23: GE, Zhibing a Shin-Tson WU. Transflective liquid crystal displays: techniques and circuits. 2nd ed. Chichester, West Sussex, U.K.: Wiley, 2010. Wiley SID series in display technology. ISBN 04-707-4373-5.
- 24: BOER, W a Shin-Tson WU. Active matrix liquid crystal displays: techniques and circuits. 2nd ed. Boston: Elsevier, c2005. Wiley SID series in display technology. ISBN 0750678135.

- 25: BHOWMIK, Achintya K., Zili LI a Philip J. BOS. Mobile displays: technology and applications. Chichester, England: J. Wiley, c2008. ISBN 978-0-470-72374-6.
- 26: KOBAYASHI, Shunsuke, Shigeo MIKOSHIBA a Sungkyoo LIM. LCD backlights. Hoboken, N.J.: J. Wiley, 2009. Wiley SID series in display technology. ISBN 04-706-9967-1.
- 27: KLAUK, Ed. by Hagen. Organic electronics materials, manufacturing and applications. [Online-Ausg.]. Weinheim: Wiley-VCH-Verl, 2006. ISBN 978-352-7608-621.
- 28: TSUJIMURA, Takatoshi a Shin-Tson WU. OLED display fundamentals and applications: techniques and circuits. 2nd ed. Hoboken, N.J: Wiley, c2005. Wiley SID series in display technology. ISBN 11-181-4051-6.
- 29: KALINOWSKI, Jan. Organic light-emitting diodes: Principles, characteristics, and processes. New York: Marcel Dekker, c2005. Optical engineering (Marcel Dekker, Inc.), v. 91. ISBN 0824759478.
- 30: Super-AMOLED [online]. [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: <http://www.oled-info.com/super-amoled>
- 31: Super-AMOLED plus [online]. [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: <http://www.oled-info.com/super-amoled-plus>
- 32: Ultra AMOLED [online]. [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: <http://www.oled-info.com/ultra-amoled>

7 Přílohy

Seznam příloh

Příloha 1: Adresářová struktura přiloženého CD.....	2
---	---

/Aplikace	Obsahuje samotný výukový program ve formátu *.swf a *.exe, dále obsahuje Adobe Flash Player
/Texty	Obsahuje soubory s textem BP

Příloha 1: Adresářová struktura přiloženého CD